

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-35709

⑬ Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月6日

H 01 L 21/027  
G 12 B 5/00

T

6947-2F  
8831-5F  
8831-5F  
7376-5F

H 01 L 21/30

3 4 1 D  
L  
3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全8頁)

⑮ 発明の名称 マイクロリソグラフ用アライメント装置

⑯ 特 願 平1-123023

⑰ 出 願 平1(1989)5月18日

優先権主張 ⑱1988年5月18日⑲米国(US)⑳198545

㉑ 発 明 者 ダニエル・エヌ・ガル アメリカ合衆国コネチカット・ウィルトン・ベルデン・ヒル・ロード 520  
 ㉒ 出 願 人 ザ・パーキン・エルマー・コーポレーション アメリカ合衆国コネチカット・ノーウオーク・メイン・アヴェニュー 761  
 ㉓ 代 理 人 弁理士 矢野 敏雄

## 明 細 書

## 1 発 明 の 名 称

マイクロリソグラフ用アライメント装置

## 2 特 許 請 求 の 範 囲

## 1. 電磁アライメント装置において、

モノリシックステージと、

サブステージと、

絶縁された基準構造と、

前もって選択した位置において空間に前記モノリシックステージを懸架ないし浮き支持するために前記サブステージ上に取り付けられた装置と、

前記モノリシックステージの位置を感知し、そして相応する信号を、前記モノリシックステージを懸架ないし浮き支持するための前記装置に出力するために、前記絶縁された基準構造上に取り付けられた装置と、そして前記モノリシックステージの近似位置に追従するよう前記サブステージの位置を制御するための装置とを有することを特徴とする電磁

アライメント装置。

2. 前記モノリシックステージを懸架ないし浮き支持するための前記装置が、6次の自由度において前記モノリシックステージの位置を制御するための装置を有するような、特許請求の範囲第1項記載の電磁アライメント装置。

3. 前記サブステージの位置を制御するための前記装置が、3次の自由度において前記サブステージの位置を制御するための装置を有するような、特許請求の範囲第2項記載の電磁アライメント装置。

4. 前記モノリシックステージを浮き支持するための前記装置は、電磁方式アクチュエーターを有するような、特許請求の範囲第1項記載の電磁アライメント装置。

5. 前記電磁方式アクチュエーターの各々が、前記サブステージ上に取り付けられたコイルコンポーネントと、前記モノリシックステージ上に取り付けられた分離した非換磁石

を有するような、特許請求の範囲第4項記載の電磁アライメント装置。

6. 前記モノリシックステージの位置を感知するための前記装置が、3次の自由度のためのレーザーゲージセンサーおよび3次の異なる自由度のための短レンジ非接触形の電気-光学式センサーとを有しているような、特許請求の範囲第2項記載の電磁アライメント装置。

7. 前記サブステージの位置を制御するための前記装置が、少なくとも2つの分離した非接触センサーと、そして前記非接触センサーに動作的に応答する2つのリニアサーボモーターとを有するような、特許請求の範囲第3項記載の電磁アライメント装置。

8. 前記モノリシックステージが、半導体ウェッパをその上に載せるための装置を有し、そして前記絶縁された基準構造が、結像光学装置をその上に載せるための装置を有し、さらにセンサーの組が、前記結像光学装置を調節

比較して、前記モノリシックステージを位置決めするための前記装置に誤差信号を出力するための装置を含んでおり、さらに

このアライメント装置は、前記モノリシックステージが近似位置にあるように前記サブステージの位置を追従させて制御するための装置をも結合した形で有することを特徴とする電磁アライメント装置。

10. 前記制御装置が、  
プロフィールジェネレーターと、  
前記モノリシックステージの位置を感知するための前記装置からの、そして前記プロフィールジェネレーターからの位置信号を受け、そして信号を出力するための第1加算結合部と、  
第1加算結合部からの前記出力信号を受けるための、そして前記プロフィールジェネレーターからの加速フィードフォワード信号を受けるための、さらに前記モノリシックステージを位置決めするための前記装置に信号を出

するため、ウェッパの表面を観察するよう、前記結像光学装置に接近して前記絶縁された基準構造上に取り付けられているような、特許請求の範囲第7項記載の電磁アライメント装置。

9. 電磁アライメント装置において、  
モノリシックステージと、  
サブステージと、  
絶縁された基準構造と、  
空間に前記モノリシックステージを浮き支持しそして位置決めするために前記サブステージ上に取り付けられた装置と、  
前記モノリシックステージの位置を制御するための制御装置と、  
前記モノリシックステージの位置を感知し、そして相応する信号を前記制御装置に出力するために前記絶縁された基準構造上に取り付けられた装置とを結合した形で有し、  
前記制御装置は前記モノリシックステージの感知された位置を指令されたステージ位置に

力するための第2加算結合部とを有するような、特許請求の範囲第9項記載の電磁アライメント装置。

11. 前記サブステージの位置を制御するための前記装置が、少なくとも2つの分離した非接触センサーと、2つのリニアサーボモーターを有し、  
そして前記制御装置が前記非接触センサーからの出力を受けるための、そして前記プロフィールジェネレーターからの第2加速フィードフォワード信号を受けるための、さらに前記サーボモーターに信号を出力するための加算結合部を有するような、特許請求の範囲第10項記載の電磁アライメント装置。
12. 前記モノリシックステージを浮き支持するための前記装置が、電磁力式アクチュエーターを有するような、特許請求の範囲第11項記載の電磁アライメント装置。
13. 前記モノリシックステージが、その上に半導体ウェッパを載せるための装置を有し、そ

して前記絶縁された基準構造が、その上に結像光学装置を載せるための装置を有し、さらにセンサーの組が、前記結像光学装置を調節するためのウェファの表面を観察するよう前記結像光学装置の付近で前記絶縁された基準構造上に取り付けられているような、特許請求の範囲第9項記載の電磁アライメント装置。

### 3 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

本発明はマイクロリソグラフ機器に、さらに特定化すれば、他の可能な用途があるとしても、特にマイクロリソグラフ装置におけるウェファラインに用いられるのに適当な、電磁アライメント装置に関するものである。

#### [従来の技術]

本発明の出願人自身の特許、第4,506,204号は、互いに隔てられて設けられた少なくとも3つの磁石組立体と、磁石組立体の高磁速部分を通るように設けられた少なくとも3つの

ステージとの間に設けられたセンサーとを有する電磁アライメント装置の提供を意図している。制御装置はモノリシックステージの感知された位置を指示されたステージ位置に比較して、アクチュエーターに誤差信号を出力するように構成され配置される。この装置はさらに、モノリシックステージが概略位置にあるよう、サブステージの位置を追従させて制御するための装置をも含んでいる。

本発明の1つの形式においては、アクチュエーターはサブステージ上に取り付けられたコイルコンポーネントと、モノリシックステージ上に取り付けられた分離した非接触磁気構造とを有している。

本発明の1つの特徴点によれば、センサーは3次方向に自由なレーザーゲージセンサーと、モノリシックステージの3次の異なる自由度を持つ短レンジ非接触電気-光学センサーとを有している。

本発明の別の特徴点によれば、サブステージ

コイル組立体と、コイル組立体を固定された構造にするための結合装置と、そしてその構造を自由に3次方向に選択的に移動させることができるようコイルへの電流供給を制御するための装置とを有する電磁アライメント装置を示している。

#### [発明の目的]

本発明は、そのような公知の装置を改善した新しいアライメント装置を提供することを目的とする。

#### [発明の構成]

概略的には、本発明は、モノリシックステージと、サブステージと、絶縁された基準構造と、モノリシックステージをあるべき場所に支持し位置決めするためにモノリシックステージとサブステージの間に挿入されたアクチュエーターと、モノリシックステージの位置を制御するための制御装置と、モノリシックステージの位置を感知しそして制御装置に信号を出力するために、絶縁された基準構造とモノリシックステ

の位置を制御するための装置は、少なくとも2つの分離形非接触センサーと、そして非接触センサーに応答して動作する2つのリニアサーボモーターとを有している。

本発明のさらに別の特徴点によれば、制御装置は、強制アクチュエーターへの変更された制御信号を出力するために、感知された位置信号に結合される加速フィードフォワード信号を提供するように構成され、配置されている。この制御装置はまた、リニアサーボモーターに変更された制御信号を出力するために、非接触センサーからの信号と結合される加速フィードフォワード信号を提供するようにも構成され、配置されている。

従来技術によって設計された現存ステージの性を制約する問題は、低い共振周波数、大きな磁気構造、および限界構造における反作用負荷妨害を含んで回避される。

本発明の長所は、高精度、モジュラー設計、低コスト、軽量、およびエアベアリングの便

用を要しないこと等に含まれている。

以下に述べる本発明の詳細な説明がより理解されるように、そしてまた当業技術への本発明の貢献がより認識されるように、本発明の重要な特色が概略説明された。当然ながら、本発明の付加的特色はこの後に十分に説明される。当業技術者であれば、本開示の概念が、本発明のいくつかの目的を実施するための別の装置の設計の基礎として用いられることを容易に理解するであろう。そのため、本開示は本発明の精神および範囲から離れることのない同等装置を含んでいると認識することは重要である。

本発明のいくつかの実施例が描写および説明のために選択されて、明細書の1部を形成する添付図面中に示されている。

#### [実施例]

第1図に示すように、図示されている本発明の実施例においては、新しいそして改善された電磁アライメント装置はモノリシックステージ10、X-Yサブステージ12および絶縁され

デッキ部26は矢印28によって表されているように、Y方向に関して後退および前進移動できるようフレーム20上に取付けられており、この目的のためにリニアサーボモーター30が設けられている。

別の適切な駆動メカニズム、例えばボールスクリュー、ロークリーモーターまたは同等品がリニアサーボモーター24および30の代わりに利用できる。サブステージ12のためのベアリングおよび駆動装置は、極めて精密である必要はない。納得できる程度の加速速度が得られることの方が大切である。結果として、これらは例えばブレーナフォースモーターが利用される時に比べ、相対的に安価で、さらにより小形となる。

第1図に見られるように、モノリシックステージ10は、ウェッパ5を支持するウェッパチャック34を載せているブロック部32を有している。この小形で、精密なモノリシックステージは、超ストロークの非接触型電磁力式ア

クチュエーターを用いた高性能サーボによって6次の自由度で制御されたその位置において、空間に懸架ないし浮き支持されている。36で表されている4つのフラットコイルアクチュエーターは、それぞれがX-Yサブステージ上に設けられたフラットコイルコンポーネント38と、モノリシックステージ10上に設けられた分離された非接触形強力永久磁石40とを有している。熱消散とモノリシックステージに取り付けられる線の数を減少させるために、X-Yサブステージ12上にコイルコンポーネント38を設け、そしてモノリシックステージ10上に磁石40を設けることが望ましいのであるが、それら素子を逆にすることもできる。第1図では4つのフラットコイルアクチュエーターが描かれているが、最小値である3つのそのようなアクチュエーターを用いて動作させることも可能である。それらのアクチュエーターはモノリシックステージ10を3次の自由度をもって移動させるために設けられている。すなわち、

た基準構造14を有している。

X-Yサブステージ12は一般的なX-Y型の機械ガイド式サブステージであって、モノリシックステージの適切な位置を得るためにサーボ駆動されるものである。これは例えばボールベアリングまたはローラーベアリング等のようなアンチフリクションベアリングを利用したものである。エアベアリングも利用できるが、それらは不必要なものである。結果として、もし望むならばこの機器は真空中でも動作させることができる。実際に、必要があればある設置条件下ではアライメント装置全体を真空中で動作するよう配置できる。

第1図において理解できるように、サブステージ12は18で表されている大地の上に設置されたベースプレート16と、可動フレーム20とを有している。フレーム20は、リニアサーボモーター24によって矢印22で表されているように、X方向において後退および前進するように動くことができる。

クチュエーターを用いた高性能サーボによって6次の自由度で制御されたその位置において、空間に懸架ないし浮き支持されている。36で表されている4つのフラットコイルアクチュエーターは、それぞれがX-Yサブステージ上に設けられたフラットコイルコンポーネント38と、モノリシックステージ10上に設けられた分離された非接触形強力永久磁石40とを有している。熱消散とモノリシックステージに取り付けられる線の数を減少させるために、X-Yサブステージ12上にコイルコンポーネント38を設け、そしてモノリシックステージ10上に磁石40を設けることが望ましいのであるが、それら素子を逆にすることもできる。第1図では4つのフラットコイルアクチュエーターが描かれているが、最小値である3つのそのようなアクチュエーターを用いて動作させることも可能である。それらのアクチュエーターはモノリシックステージ10を3次の自由度をもって移動させるために設けられている。すなわち、

2つのアクチュエーターは矢印42で示されるようにX方向に移動させるために設けられており、そして他の2つのアクチュエーターは矢印44で示されるようにY方向に移動させるために設けられている。モノリシックステージは、すべてのアクチュエーターを同時に駆動させることによって回転させることができる。

46で表されている、4つのボイスコイル型焦点アクチュエーターは、その各々がX-Yサブステージ12上に設けられた円筒形コイルコンポーネントと、モノリシックステージ10上に設けられた分離された非接触形強力永久磁石とを有している。フラットコイルアクチュエーターの場合と同じく、X-Yサブステージ12上にコイルコンポーネントを、そしてモノリシックステージ10上に磁石を設けるのが望ましいのであるが、しかしそれら素子を逆にすることも可能である。最小値の3つの焦点アクチュエーターを利用することも可能であるが、4つが望ましい。これらの焦点アクチュエーター4

2つのセンサー組立体はサブステージの中央付近で48として示されており、またそれらの相手部分はモノリシックステージの中央付近の下側において48'として示されている。2つの独立したセンサーまたは1つに結合したセンサーは、XおよびY位置を測定するのに用いることができる。それらセンサーの出力は電子的に増幅されてサーボモーター24および30にフィードバックされ、サブステージとしてモノリシックステージの動きに近似的に追従させるためにそして後に十分に説明されるように強制アクチュエーターのアライメントを維持するために用いられる。例えば、固体エミッターおよび分割フォトダイオード検出器、キャパシタンスゲージ、またはLVDTのような、あらゆる型式の非接触型レンジセンサーが用いられる。モノリシックステージに対するサブステージのX-Y距離または位置が重要なのである。2つのステージ間の垂直距離または角度関係は、これらセンサーによって感知される必要はない。

6は、矢印47で描かれているように、モノリシックステージ10に付加的な3次の自由度を与える。すなわち、特定のアクチュエーターの対を選択的に作動させることによって、望む通りにモノリシックステージを傾けることができる。4つ総てのアクチュエーターが同時に作動されれば、モノリシックステージはX-Yサブステージに対して上昇または下降することができる。2つのステージの間のクリアランスは全体的に約 $1/32$ インチの程度に保たれている。これまで説明したような、フラットコイルおよびボイスコイル型アクチュエーターの使用は、この構造が組立および分解に適しているという理由から、望ましいものである。すなわち、モノリシックステージを「2」軸に沿ってサブステージから完全に引き上げることが可能である。総てのボイスコイル構造もまた実用的である。

モノリシックステージ10とサブステージ12との間の、どのようなミスアライメントも非接触形センサー組立体によって測定されるが、

幾何学的には、動作時にはモノリシックステージはサブステージ上に載せられているように見えるが、実際にはモノリシックステージはアクチュエーターの電磁力によってその制御された位置にあるよう、サブステージ上の空間に浮いているのである。アクチュエーターコイルが、それらの結び付いている磁石構造の磁界中にある、それら構造に接触していない限り、モノリシックステージの位置はサブステージの位置によって影響されることはない。

いくつかの設置条件においては、アクチュエーターのオーバーヒートを防ぐために、モノリシックステージの重荷（静荷重）に反力手段を備えることが望ましい。このことは、第1図の49で示されているように、モノリシックステージとサブステージの間に、引力または反発力モードのいずれかによって、中央部に置かれた永久磁石を用いて達成される。

この機器は垂直面において、広げられた動きで動作することができる。サブステージの垂直

軸上の反力装置の使用は、いくつかの設置条件においては不可欠なものである。

絶縁された基準構造14は、支持部50を有しており、この支持部はアイソレータまたはスプリング52により大地18上に取り付けられている。支持部は、結像光学装置54とアウトグループ焦点センサー56とを載せている。いくつかの異なる結像光学装置は、例えば露光ツール、検査ツールまたは電子ビームなどに用いられる。この装置が半導体製造においてウェッファを露光するために用いられる時には、センサー56の分割された組が、ウェッファ35の表面のいくつかの点を直接的に観察できる、結像光学装置54の近くに設けられる。これらセンサーは、必ずしも平坦ではないウェッファ表面を追従観察するために用いられる。これらセンサーは微細測定をするために設けられているが、しかしこれらは、後に詳しく説明されるインナーループセンサーほどは早い必要がない。例えば、エアゲージ、キャップゲージ、または他の

知するのに用いられる。レーザーゲージ62は支持部50からブロック部32の側面64の付近にまで垂れ下がっている。側面64は、反射用コーティングまたはそこに取り付けられた実際の鏡によって、鏡面を形成している。すなわち、モノリシックステージのX-Yおよびシート移動を検知するために、干渉計はその側面上にビームを発射する。シートは平面的な回転を意味している。

この装置の特性は、レーザーゲージ干渉計、短レンジセンサー基準フラット、および共通的に絶縁された構造上に取り付けられた結像用光学組立体に依存しており、それら限界的なコンポーネントに対する妨害から生じるステージの反作用をどれほど防止できるかにかかっていることは、明らかであろう。

基本的には、モノリシックステージの位置はコンピューターが指令したステージ位置と電子的に比較される。結果としての誤差は増幅され、そしてアクチュエーターにフィードバックさ

す。光学センサー等の、あらゆる適当な型式の非接触センサーが用いられる。

この装置には、モノリシックステージ10の角に設けられた少なくとも3つのインナーループ電気-光学焦点センサー58と、支持部50の下側に設けられた3つの相応するフラット60が備えられている。モノリシックステージの傾き位置は、これら3次の自由度を持つ短レンジ、非接触、電気-光学センサーによって感知される。ある設計においては、ビームがフラット60の鏡面で反射され、そしてもし鏡が近づいたり、または遠ざかったりすれば、モノリシックステージの角と3つのフラットの間の小さな移動変化を検知する小さなセル上への信号が変化する。例えばキャップゲージのような、他の適当な型式のセンサーを用いることもできる。

少なくとも3つのレーザーゲージ平面鏡干渉計62が、3次の自由、X-Yおよびシート、におけるモノリシックステージ10の位置を感

知する。

第2図はこれを詳細に示したものである。1つの、すなわちX系の、6次の装置が理解のために示されている。コンピューターまたはプロフィールジェネレーター66が用いられる。プロフィールジェネレーターまたはコマンダーは、モノリシックステージが支持されるべきX位置を前もって知るようプログラムされている。加算結合部68はプロフィールジェネレーター66からの、さらに、干渉計センサー62からのX位置信号を受ける。加算結合部68からの誤差出力はサーボ補正ブロック70を経て加算結合部72に送る。サーボ補正ブロックは電氣的なネットワーク安定装置として働く。加速およびフィードフォワード位置に相当する信号はプロフィールジェネレーター66から加算結合部72に出力されている。加算結合部72からの出力は増幅器74を経てアクチュエーター36を駆動する。

なお第2図を見ると、センサー組立体48か

らの値はサーボ補正ブロック76を経て加算接合78に向かう。サーボ補正ブロック76は、補正ブロック70と同じに、電氣的ネットワーク安定装置として働く。プロフィールジェネレーター66からの加速およびフィードフォワード位置信号もまた、加算接合78に加えられる。この加算接合からの出力は増幅器80を経てリニアサーボモーターアクチュエーター24に送る。

同様な方法で、総てのアクチュエーターは、サブステージと同様にモノリシックスステージを位置決めするために、プロフィールジェネレーターからの信号を結合させて、それぞれのセンサーによって制御される。

#### [発明の効果]

本発明によって、モノリシックスステージがサブステージにおける振動に影響されない、そのためサブステージが大地振動から絶縁されることなく取り付けられる低コスト設計となるような、新しい改善されたマイクリソグラフ機器を

実際に提供できることは、想像されるであろう。モノリシックスステージおよびサブステージ両方からの総ての反作用負荷は直接的に大地に伝達され、こうしてモノリシックスステージの位置が電気-光学的に基準としている絶縁された構造を妨害することはない。

ここでは本発明の特定の実施例が説明のために開示されたが、この明細書を考察することによって、当業技術者にとっては、本発明の別の変形も明らかになるのであろう。本発明の範囲を決定するため、特許請求の範囲が基準とされるべきである。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の概念によって構成した電磁アライメント装置の分解的見取り図であり、第2図は第1図に示した装置に関する制御装置のブロック図である。

10…モノリシックスステージ、12…サブステージ、16…ベースプレート、18…大地、20…フレーム、22…矢印、24…サーボモーター、26…デッキ、28…矢印、30…サーボモーター、32…ブロック、34…チャック、35…ウェッパ、36…コイルアクチュエーター、38…コイル、40…永久磁石、42、44…矢印、46…アクチュエーター、47…矢印、48…センサー、49…永久磁石、50…支持部、52…アイソレーター、54…光学装置、56…焦点センサー、58…電気-光センサー、60…フラット、62…干渉計、64…側面、66…プロフィールジェネレーター、68…接合、70…補正ブロック、72…接合、74…増幅器、76…補正ブロック、78…接合、80…増幅器

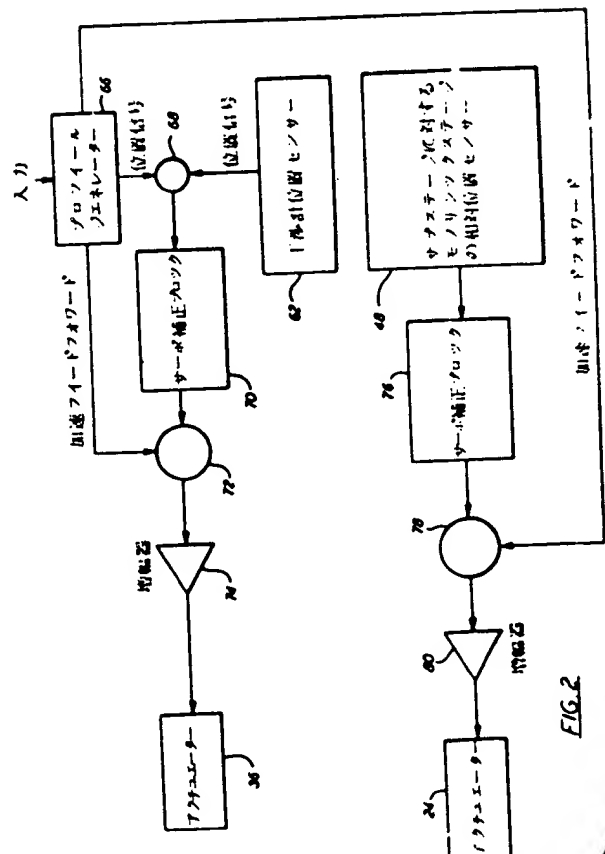


FIG. 2

